

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 16 821.4

Anmeldetag: 03. April 2003

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur von Abbildungsfehlern eines optischen Systems sowie eine Verwendung der Vorrichtung

IPC: G 03 F 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur von Abbildungsfehlern eines optischen Systems sowie eine Verwendung der Vorrichtung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur von Abbildungsfehlern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7 und eine Verwendung gemäß Anspruch 8.

10

Bei der Herstellung von Masken für die Produktion von Halbleiterbauelementen werden gespeicherte Design-Daten z.B. durch ein Elektronenstrahlverfahren in eine Struktur auf ein Substrat (z.B. Chrome-on-Glass) umgesetzt. Nach der Strukturierung erfolgt eine Vermessung der strukturierten Maske, bei der insbesondere die Fehler der Strukturierung ermittelt werden. Fehler können dabei insbesondere beim CD-Maß der Maske (CD=Critical Dimension) auftreten. Das CD-Maß gibt die bei der Chipherstellung erzeugbare Strukturgröße an.

15

Auch kann die Maske allein oder auch zusätzlich einen Lagefehler der Struktur aufweisen, der ebenfalls vermessen wird.

20

Ein bekanntes Problem bei der Herstellung von Masken durch Lithographie sind Schwankungen der hergestellten Strukturgrößen. Strukturgrößenschwankungen haben ihre Ursache in einzelnen Schritten des Herstellungsprozesses, z.B. Linsenfehler der Pattern generators.

25

Sollen die Fehler einer strukturierten Maske vermessen werden, so ist es wichtig, dass die Fehler, insbesondere des CD-Maßes unabhängig von der Positionierung im Bildfeld des Messgerätes ermittelt werden.

30

Die immer kleiner werdenden Strukturen auf den Halbleiterbauelementen bedingen, dass auch die Strukturen auf den Masken immer kleiner werden. Dazu werden z.B. Halbton-

35

Phasenschiebermasken (half tone phase shift masks) oder alternierende Phasenschiebermasken (alternating phase shift masks) verwendet. Auch die verwendeten Wellenlängen werden immer kleiner, so geht die Entwicklung zu Wellenlängen von
5 248 nm über 193 nm in Richtung 157 nm.

Bei der Herstellung der Masken für die kürzeren Wellenlängen (z.B. 248 nm MoSi oder 193 nm MoSi) werden an Chrome-on-glas ermittelte Korrekturdaten verwendet. Die Übernahme dieser
10 Korrekturdaten für die Phasenschiebermasken ist dabei nachteilig, da die physikalischen Gegebenheiten der Maskenstrukturen und der Maskensubstrate unterschiedlich sind.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Korrektur von Abbildungsfehlern zu schaffen, mit dem auch Phasenschiebermasken korrekt belichtet werden können.

20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei wird in folgenden Schritten vorgegangen:

25 a) Mindestens ein Parameter zur Charakterisierung der Maske wird durch ein dafür ausgebildetes Mittel erfasst,

b) ein gespeicherter Korrekturdatensatz wird, insbesondere automatisch, aus einer Korrekturdatenbank in Abhängigkeit von mindestens einem Parameter zur Charakterisierung der
30 Maske ausgewählt, wobei dann

c) optisch messbare Eigenschaften der Maske, insbesondere einer Struktur der Maske mit einem Messsystem ermittelt werden,
35

d) die Messergebnisse der optischen Eigenschaften mit dem zur Maske gehörigen Korrekturdatensatz werden in einer

Datenverarbeitungsvorrichtung verknüpft und anschließend

e) wird ein Messdatensatz mit dem korrigierten Messergebnis in einem Datenbanksystem gespeichert.

5

Damit ist es möglich, dass genau der Korrekturdatensatz zur Anwendung gelangt, der für das jeweils ausgewählte Maskenmaterial speziell angepasst ist. Damit wird z.B. vermieden, dass der Korrekturdatensatz für Chrome-on-glas Masken auch für Phasenschiebermasken verwendet wird.

10

Dabei ist es vorteilhaft, wenn als Parameter zur Charakterisierung der Maske die Wellenlänge verwendet wird, bei der die Maske in einem Photolithographieverfahren eingesetzt ist. Auch könnte vorteilhafterweise als Parameter zur Charakterisierung der Maske eine Stoffeigenschaft der Maske verwendet werden. Beide Parameter allein oder auch zusammen sind geeignet, Masken zu unterscheiden.

15

Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Korrekturdatensatz Informationen zur Korrektur von Inhomogenitäten einer Strahlungsquelle, Fehler des Messsystems, insbesondere eines dazugehörigen CCD-Chips und / oder optischer Elemente, insbesondere Linsen aufweist. Diese Fehlerquellen lassen sich z.B. in Form von Tabellen oder angepassten Funktionen speichern.

20

25

Auch ist es vorteilhaft, wenn der Parameter zur Charakterisierung der Maske durch ein Identifikationssmittel, insbesondere einen Barcode identifizierbar ist.

30

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mit dem Messsystem als optisch messbare Eigenschaften der Maske CD-Maße und / oder Lagefehler ermittelt.

35

Die Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung zur Durchführung

des Verfahrens nach Anspruch 1 gelöst.

Dabei dient ein Mittel zur Erfassung mindestens eines Parameters zur Charakterisierung der Maske. Eine

5 Korrekturdatenbank weist mindestens einen gespeicherten Korrekturdatensatz auf, wobei ein Datenverarbeitungsmittel zur Auswahl, insbesondere automatischen Auswahl, eines Korrekturdatensatzes aus der Korrekturdatenbank in Abhängigkeit mindestens eines Parameters zur

10 Charakterisierung der Maske dient. Ein Messsystem dient der Ermittlung optisch messbarer Eigenschaften der Maske und ein Verknüpfungsmittel dient der Verknüpfung der Messergebnisse der optischen Eigenschaften der Maske mit dem zur Maske gehörigen Korrekturdatensatz. Auch weist die Vorrichtung ein

15 Mittel zur Erzeugung eines Messdatendatensatzes auf, so dass das korrigierte Messergebnis in einem Datenbanksystem speicherbar ist.

Die Vorrichtung ist insbesondere für die Messung von CD-Maßen

20 und / oder Lagefehlern einer CoG-Maske oder einer Phasenschiebermaske verwendbar. Auch kann die Vorrichtung für Masken für den Einsatz bei Wellenlängen von 365 nm, 248 nm, 193 nm oder 157 nm verwendet werden.

25 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 Grauwertkurven für drei Maskentypen für je vier unterschiedliche Strukturen.

35 In Fig. 1 sind in schematischer Weise die Elemente dargestellt, die zur Durchführung von Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendig sind. Dabei wird

rechts in schematischer Weise eine zu vermessende Maske 1 dargestellt, die in an sich bekannter Weise strukturiert worden ist.

- 5 Es besteht die Aufgabe, die CD-Maße und / oder die Lagefehler dieser strukturierten Maske zu erfassen.

Dazu wird erfindungsgemäß mit einem Mittel 10 zur Erfassung mindestens eines Parameters zur Charakterisierung der Maske
10 festgestellt, welcher Maskentyp vorliegt. Dies ist notwendig, da im Unterschied zu dem bekannten Verfahren nicht einfach Parameter von einer Chrom-on-glas Maske auf andere Maskentypen übertragen werden sollen.

- 15 Die Charakterisierung kann z.B. anhand der Wellenlänge erfolgen, bei der die Maske 1 eingesetzt wird. Auch kann die Charakterisierung über einen an der Maske angeordneten Barcode 11 als Identifizierungsmittel erfolgen, der die notwendigen Daten aufweist. Auch kann die Charakterisierung
20 über die verwendeten Maskenmaterialien erfolgen. Das Mittel 10 zur Erfassung mindestens eines Parameters zur Charakterisierung kann dabei manuelle Eingaben und / oder auch eine automatische Erfassung (z.B. einen Scanner) aufweisen.

- 25 Ein Steuersystem 100 erfasst die Informationen über die Maske 1. Das Steuersystem 100 wählt in Abhängigkeit von den Informationen über den Typ der Maske 1 automatisch einen zuvor abgespeicherten Korrekturdatensatz 21 aus einer
30 Korrekturdatenbank 20 aus. Damit wird sichergestellt, dass der zur Maske 1 passende Korrekturdatensatz 21 verwendet wird.

- In dem Korrekturdatensatz 21 ist z.B. eine
35 Abschattungskorrektur ("Shading correction") enthalten, die Inhomogenitäten eines Beleuchtungs- und CCD-Kamerasystems ausgleicht. Diese Korrektur wird bei der Verarbeitung von

Intensitätsprofilen für ein definiertes Messfeld angewandt. Der Korrekturdatensatz 21 enthält Tabellen, in denen für die x- und y-Richtung jeweils unterschiedliche Korrekturwerte gespeichert sind. Alternativ sind auch hinterlegte Funktionen
5 möglich, die an einmal gemessene Inhomogenitäten angepasst sind. Der Korrekturdatensatz 21 enthält auch Daten, mit denen Linsenfehler ausgeglichen werden können.

Der Korrekturdatensatz wird jeweils bei der erstmaligen
10 Vermessung der Chrome-on-glas oder Phasenmaske erstellt und für die nachfolgenden Messungen auf Chrome-on-glas oder Phasenmasken verwendet bis eine erneute Anpassung des Korrekturdatensatzes erfolgt.

15 Anschließend ermittelt ein Messsystem 30 optische Eigenschaften der Masken 1, indem CD-Maße und / oder Lagefehler ermittelt werden.

In einer Datenverarbeitungsvorrichtung 40 werden die vom
20 Messergebnis gewonnenen Daten mit dem Korrekturdatensatz 21 verknüpft, d.h. die Korrekturen werden auf die ermittelten Messwerte angewandt.

Schließlich wird ein Messdatensatz 51 in einem
25 Datenbanksystem gespeichert.

Den Einsatzbereich der Erfindung kann man anhand von Fig. 2 sehen. Hier sind Grauwertkurven für drei unterschiedliche Maskentypen in den Zeilen dargestellt, nämlich CoG, I-line
30 MoSi und DUV Mosi. In den Spalten sind jeweils vier unterschiedliche Strukturen auf einer Maske dargestellt, die vermessen werden sollen. Deutlich ist zu erkennen, dass die Grauwertkurven sich zwischen den Maskentypen stark unterscheidet. Insbesondere weisen die I-line MoSi und die
35 DUV MoSi Maske Grauwertkurven auf, die wesentlich stärker Überschwinger aufweist. Dies zeigt, dass das Abbildungsverhalten der Maskentypen unterschiedlich ist, so

dass es wichtig ist, den jeweils passenden Korrekturdatensatz zu verwenden.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf
5 die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele.
Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, die von dem
erfindungsgemäßen Verfahren auch bei grundsätzlich anders
gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

Bezugszeichenliste

- 1 Maske
- 2 Identifikationsmittel
- 5
- 10 Mittel zur Erfassung eines Parameters zur
Charakterisierung einer Maske
- 20 Korrekturdatenbank
- 21 Korrekturdatensatz
- 10 30 Messsystem
- 40 Datenverarbeitungsvorrichtung
- 50 Datenbanksystem
- 51 Messdatensatz
- 15 100 Steuersystem

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Abbildungsfehlern eines
5 optischen Systems bei der Herstellung einer Maske (1) für die
Halbleiterbauelementfertigung, mit einem
- a) Mittel (10) zur Erfassung mindestens eines Parameters zur
Charakterisierung der Maske (1), wobei
- 10 b) ein gespeicherter Korrekturdatensatz (21), insbesondere
automatisch, aus einer Korrekturdatenbank (20) in
Abhängigkeit mindestens eines Parameters zur
Charakterisierung der Maske (1) ausgewählt wird, wobei dann
- 15 c) optisch messbare Eigenschaften der Maske (1),
insbesondere einer Struktur der Maske (1) mit einem
Messsystem (30) ermittelt werden,
- 20 d) die Messergebnisse der optischen Eigenschaften mit dem
zur Maske (1) gehörigen Korrekturdatensatz (21) in einer
Datenverarbeitungsvorrichtung (40) verknüpft werden, und
wobei anschließend
- 25 e) ein Messdatensatz (51) mit dem korrigierten Messergebnis
in einem Datenbanksystem (50) gespeichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der Parameter zur Charakterisierung der Maske (1) die
30 Wellenlänge ist, bei der die Maske (1) in einem
Photolithographieverfahren eingesetzt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass der Parameter zur Charakterisierung
35 der Maske (1) eine Stoffeigenschaft der Maske (1) ist.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturdatensatz Informationen zur Korrektur von Inhomogenitäten einer Strahlungsquelle, des Messsystems (30), insbesondere eines dazugehörigen CCD-Chips und / oder
5 optischer Elemente, insbesondere Linsen aufweist.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter zur Charakterisierung der Maske (1) durch ein
10 Identifikationssmittel (2), insbesondere einen Barcode, identifizierbar ist.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem
15 Messsystem (30) als optisch messbare Eigenschaften der Maske (1) CD-Werte und / oder Lagefehler ermittelt werden.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,
20 gekennzeichnet durch

ein Mittel (10) zur Erfassung mindestens eines Parameters zur Charakterisierung Maske (1),

25 eine Korrekturdatenbank (20) mit mindestens einem gespeicherten Korrekturdatensatz (21),

30 einem Datenverarbeitungsmittel zur Auswahl, insbesondere automatischen Auswahl, eines Korrekturdatensatzes (21) aus der Korrekturdatenbank (20) in Abhängigkeit mindestens eines Parameters zur Charakterisierung der Maske (1),

35 einem Messsystem (30) zur Ermittlung optisch messbarer Eigenschaften der Maske (1),

einem Verknüpfungsmittel zur Verknüpfung der Messergebnisse

der optischen Eigenschaften der Maske (1) mit dem zur Maske (1) gehörigen Korrekturdatensatz (21) und einem

Mittel zur Erzeugung eines Messdatensatzes (50) mit dem
5 korrigierten Messergebnis in einem Datenbanksystem.

8. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 7 für die Messung von CD-Maßen und / oder Lagefehlern einer CoG-Maske oder einer Phasenschiebermaske.

10

9. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Maske (1) für Wellenlängen von 365 nm, 248 nm, 193 nm oder 157 nm ausgebildet ist.

15

FIG 1

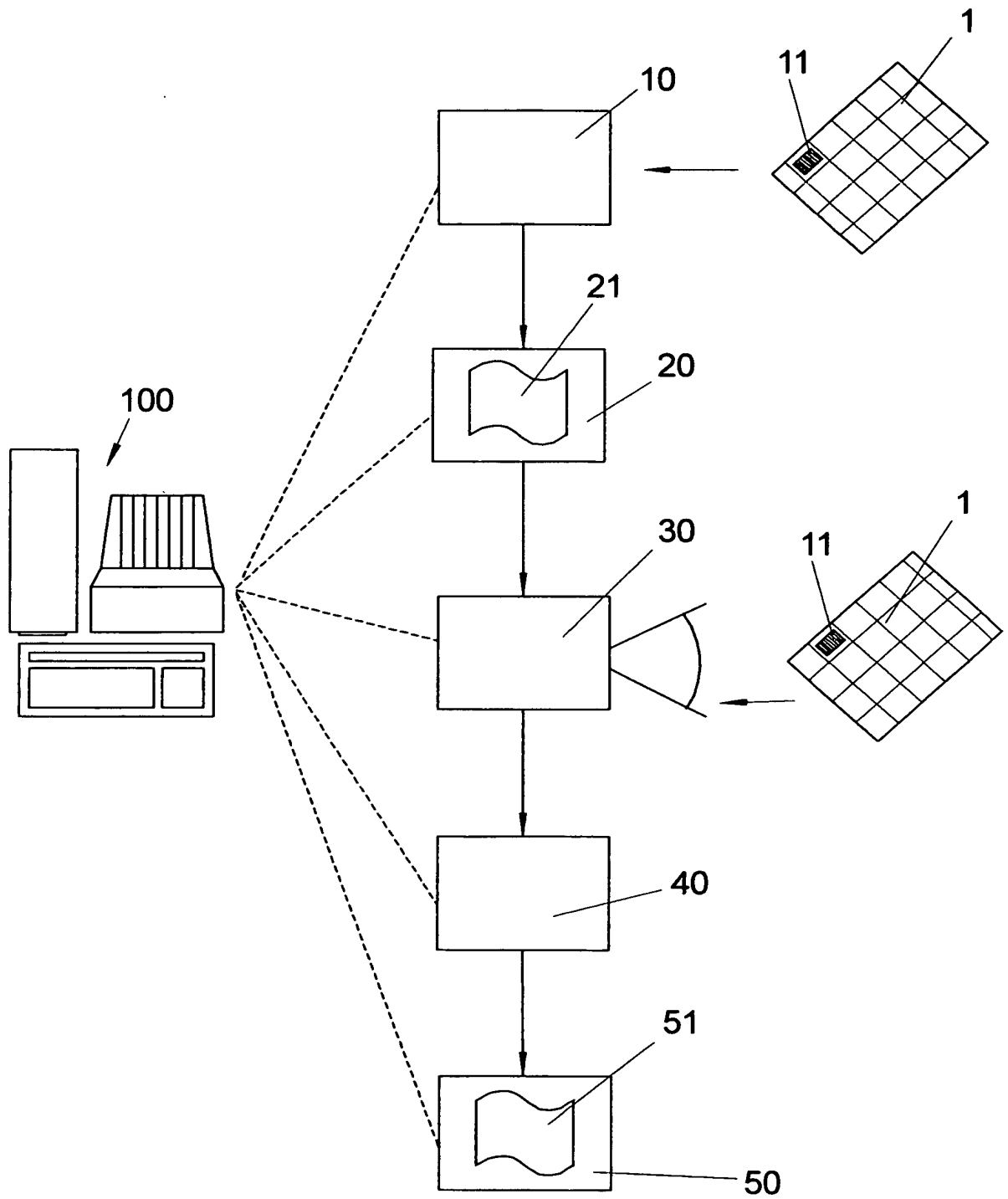
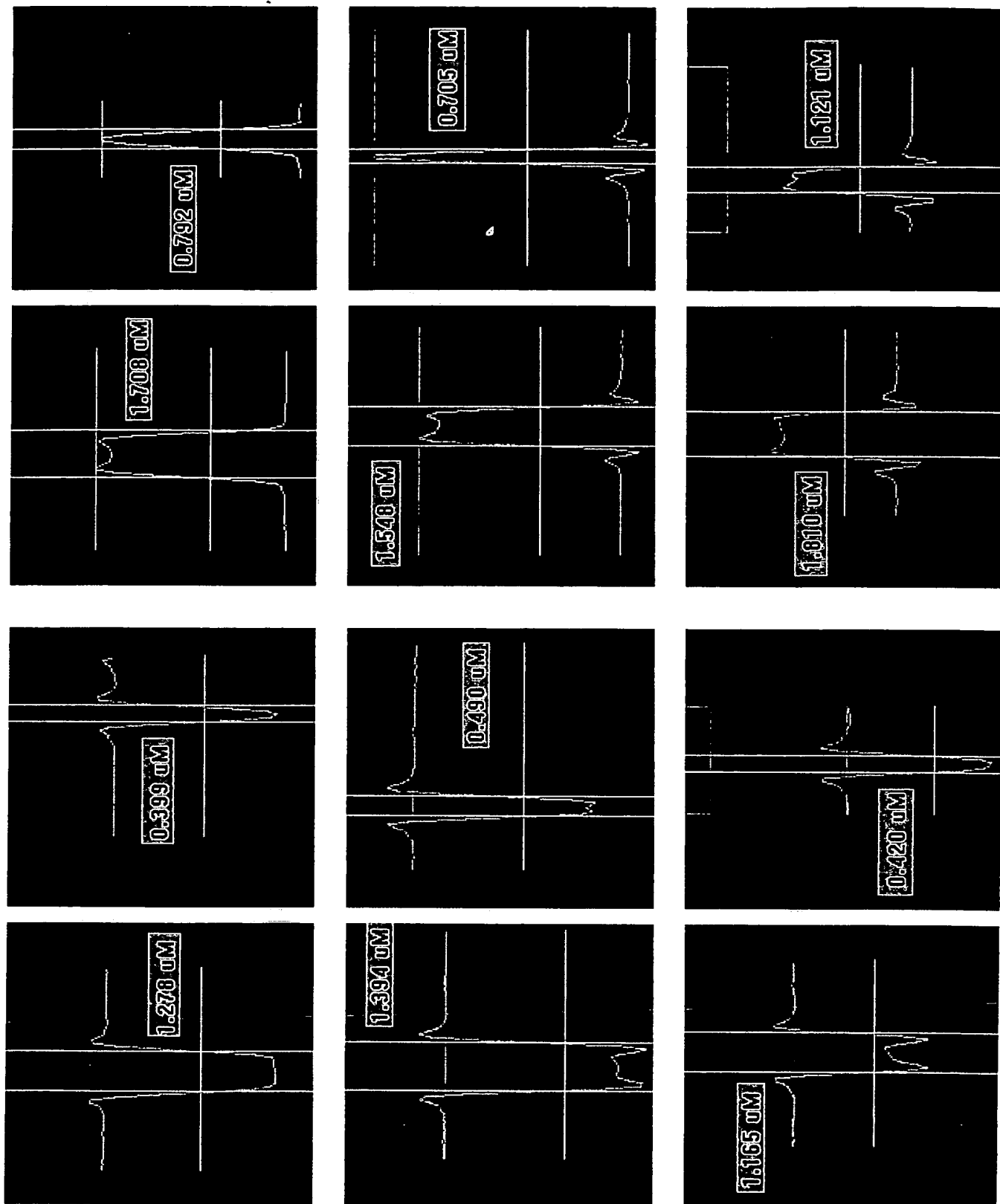


Fig. 2

Grauwertkurven von COG, I-line-MoSi- und DUV-MoSi



COG

I-line-MoSi

DUV-MoSi

Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur von Abbildungsfehlern eines optischen Systems sowie eine Verwendung der Vorrichtung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Vorrichtung zur Ermittlung von Abbildungsfehlern eines optischen Systems bei der Herstellung einer Maske (1) für die Halbleiterbauelementfertigung, mit einem

10

a) Mittel (10) zur Erfassung mindestens eines Parameters zur Charakterisierung der Maske (1), wobei

b) ein gespeicherter Korrekturdatensatz (21), insbesondere automatisch, aus einer Korrekturdatenbank (20) in Abhängigkeit mindestens eines Parameters zur

15

Charakterisierung der Maske (1) ausgewählt wird, wobei dann

c) optisch messbare Eigenschaften der Maske (1), insbesondere einer Struktur der Maske (1) mit einem Messsystem (30) ermittelt werden,

20

d) die Messergebnisse der optischen Eigenschaften mit dem zur Maske (1) gehörigen Korrekturdatensatz (21) in einer Datenverarbeitungsvorrichtung (40) verknüpft werden, und wobei anschließend

e) ein Messdatendatensatz (51) mit dem korrigierten Messergebnis in einem Datenbanksystem (50) gespeichert wird.

25

Damit können die jeweils passenden Daten für die Korrektur von Abbildungsfehlern verwendet werden.

Fig. 1

FIG 1

